

**VŠB – Technická univerzita Ostrava**

**Fakulta strojní**

Institut dopravy

**Posouzení a návrh úprav organizace a řízení dopravy  
na křižovatce Jejkovská brána-Smila Osovského-  
Bedřicha Václavka-Soukenická v Třebíči**

*Appraisal and Proposal of Organization and Traffic Control  
Modification at Jejkovská brána-Smila Osovského-Bedřicha  
Václavka-Soukenická Intersection in Třebíč City*

**Student: Pavel Mojžíš**

**Vedoucí bakalářské práce: Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.**

**Ostrava 2009**



## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

**Posouzení a návrh úprav organizace a řízení dopravy na křižovatce Jejkovská brána-Smila  
Osovského-Bedřicha Václavka-Soukenická v Třebíči**

*Appraisal and Proposal of Organization and Traffic Control Modifications at Jejkovská  
brána-Smila Osovského-Bedřicha Václavka-Soukenická Intersection in Třebíč City*

**Student:** Pavel Mojžiš  
**Studijní obor:** 3708R028 Technologie dopravy  
**Specializace:** 3708R028-20 Pozemní doprava  
**Pracoviště:** Institut dopravy - 342

### **Zásady pro zpracování:**

1. Úvod.
2. Popis vybrané křižovatky.
3. Dopravní nehodovost a konfliktní situace.
4. Návrh variantních řešení vedoucích ke zvýšení bezpečnosti a plynulosti silničního provozu.
5. Zhodnocení návrhů z hlediska bezpečnostního a ekonomického.
6. Závěr.

### **Pokyny pro zpracování:**

**Rozsah práce:** min. 30 stran textu mimo přílohy

**Cíl práce:** Cílem práce je provést jednak popis vybrané křižovatky (stavební uspořádání, dopravní značení, charakteristiky dopravních proudů atd.) a jednak analýzu dopravní nehodovosti a konfliktních situací. Bude následovat variantní návrh na úpravu křižovatky (stavební úpravy, přestavba na okružní nebo světelně řízenou křižovatku, vč. potřebných výpočtu a grafické dokumentace). Na závěr bude provedeno zhodnocení variant z hlediska bezpečnostního i ekonomického a bude proveden výběr nejvhodnější varianty, vč. zdůvodnění.

### **Seznam doporučené literatury:**

- FOLPRECHT, J.; KŘIVDA, V. *Organizace a řízení dopravy I*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2006. 158 s. ISBN 80-248-1030-1
- KŘIVDA, V. *Základy organizace a řízení silniční dopravy*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2006. 170 s. ISBN 80-248-1253-3
- TECHNICKÉ PODMÍNKY TP 145 *Zásady pro navrhování úprav průtahů silnic obcemi*. CDV Brno, 2001

**Vedoucí bakalářské práce:**

Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.

**Datum zadání bakalářské práce:**

24. září 2008

**Datum odevzdání:**

22. května 2009

**Akademický rok:**


2008/2009





doc. Ing. Vladimír Smrž, Ph.D.

ředitel ID



prof. Ing. Radim Farana, CSc.

děkan FS

### **Prohlášení studenta**

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě: 22. května 2009

.....

Pavel Mojžíš

Prohlašuji, že:

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména §35 - užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 - školní dílo;

- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB - TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§35 odst. 3);

- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářskou práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB – TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářskou práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB – TUO;

- bylo sjednáno, že s VŠB - TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona;

- bylo sjednáno, že užít své dílo - bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB - TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB - TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);

- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 22. května 2009

.....

Pavel Mojžíš

Adresa trvalého pobytu studenta:

Za sokolovnou 262, 675 73 Kralice nad Oslavou

## **ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

MOJŽÍŠ, P. Posouzení a návrh úprav organizace a řízení dopravy na křižovatce Jejkovská brána-Smila Osovského-Bedřicha Václavka-Soukenická v Třebíči. Ostrava: Institut dopravy, Fakulta strojní VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2009, 48 s. Bakalářská práce, vedoucí Křivda, V.

Bakalářská práce se zabývá posouzením a návrhem úprav organizace a řízení křižovatky Jejkovská brána-Smila Osovského-Bedřicha Václavka-Soukenická v Třebíči.

První část této práce je zaměřena na dopravní průzkum a následně vyhodnocení získaných dat.

V další části pojednává o návrzích ke zvýšení bezpečnosti a plynulosti dopravy na křižovatce. Dále se zabývá zhodnocením návrhů z hlediska ekonomického a bezpečnostního.

## **ANNOTATION OF BACHELOR THESIS**

MOJŽÍŠ, P. Appraisal and Proposal of Organization and Traffic Control Modifications at Jejkovská brána-Smila Osovského-Bedřicha Václavka-Soukenická Intersection in Třebíč City. Ostrava: Institute of Transport, Faculty of Mechanical Engineering VŠB–Technical University of Ostrava 2009, 42 s. Bachelor thesis, leader: Křivda, V.

The bachelor thesis is focused on appraising of and proposing modification of organization and operation of Jejkovská brána-Smila Osovského-Bedřicha Václavka- Soukenická Intersection in Třebíč City.

First part of this thesis is focused on the transport survey and the evaluation of gained information.

The next part deals with suggestion (solution) of security improvement in traffic fluency on its particular crossroad. Finally, the economics and the safety considerations are discussed.

## Obsah

<b>Seznam použitých zkratk</b> .....	<b>6</b>
<b>Seznam použitých značek pro vodorovné a svislé dopravní značení</b> .....	<b>7</b>
<b>1 Úvod</b> .....	<b>8</b>
<b>2 Popis vybrané křižovatky</b> .....	<b>10</b>
2.1 Křižovatky pozemních komunikací .....	10
2.2 Okružní křižovatky .....	11
2.3 Charakteristika řešené křižovatky a okolí .....	11
2.4 Vlastní dopravní průzkum .....	13
2.5 Zhodnocení měření .....	17
<b>3 Dopravní nehodovost a konfliktní situace</b> .....	<b>19</b>
3.1 Dopravní nehody na pozemních komunikacích - pojmy .....	19
3.2 Rozbor nehodovosti na řešené křižovatce .....	20
3.3 Konfliktní situace .....	21
<b>4 Návrh variant řešení vedoucí ke zvýšení bezpečnosti a plynulosti silničního provozu</b> .....	<b>24</b>
4.1 Nadefinování vozových proudů .....	24
4.1.1 Návrh světelného signalizačního zařízení .....	25
4.1.2 Výpočet mezičasu .....	25
4.1.3 Vzorové výpočty .....	27
4.1.4 Fázová schémata .....	29
4.1.5 Návrh signálního plánu .....	30
4.1.6 Vzorové výpočty .....	33
4.2 Návrh mini okružní křižovatky .....	34
4.2.1 Výpočet kapacity vjezdu .....	35
4.2.2 Porovnání rezerv a kapacit vjezdů podle jednotlivých metod .....	40
<b>5 Zhodnocení návrhu z hlediska bezpečnostního a ekonomického</b> .....	<b>42</b>
5.1 Ekonomické zhodnocení přestavby křižovatky na řízenou SSZ .....	42
5.1.1 Zhodnocení přestavby křižovatky na SSZ z hlediska bezpečnostního .....	44
5.2 Zhodnocení přestavby křižovatky na miniokružní křižovatku z hlediska ekonomického .....	44
5.2.1 Zhodnocení přestavby na okružní křižovatky z hlediska bezpečnostního .....	46
<b>6 Závěr</b> .....	<b>47</b>
<b>Seznam použité literatury</b> .....	<b>50</b>
<b>Přílohy</b> .....	<b>51</b>

## Seznam použitých zkratk

A, B .....	koeficienty stanovené regresní analýzou z naměřených dat [-]
$C_{(A,B,C)}$ .....	kapacita určitého vjezdu dle metod (Brilona a Stuweho, EPFL a VSS) [j.v./h]
$C_v$ .....	délka zelené [s]
$I_i$ .....	intenzita <i>i</i> -tého vjezdu [j.v./h]
$I$ .....	intenzita určitého dopravního směru [j.v./h]
$k$ .....	výsledný koeficient faktoru omezení pro předmětný dopravní směr [-]
$k_n$ .....	koeficient omezení pro vozidla odbočující současně s přecházejícími chodci [-]
$K_i$ .....	kapacita <i>i</i> -tého vjezdu (SSZ) [j.v./h]
$k_{odb}$ .....	koeficient omezení pro poměr přímo jedoucích a odbočujících vozidel [-]
$k_{skl}$ .....	koeficient omezení pro sklon vozovky [-]
$k_R$ .....	koeficient omezení pro poloměru odbočování [-]
$k_{šř}$ .....	koeficient omezení pro šířku řadícího pruhu
$k_{ch}$ .....	koeficient omezení pro počet řadících pruhů pro tentýž směr na jednom vjezdu [-]
$L_n$ .....	najížděcí dráha [m]
$L_v$ .....	vyklizovací dráha [m]
$L_{voz}$ .....	délka vyklizujícího vozidla [m]
$M$ .....	výpočtové zatížení [j.v./h]
$M_A$ .....	intenzita dopravního proudu na okružním pásu těsně před vjezdem [j.v./h]
$n$ .....	počet řadících pruhů [-]
$Q_a$ .....	intenzita dopravního proudu na výjezdu [j.v./h]
$Q_k$ .....	intenzita dopravního proudu na okružním pásu mezi výjezdem a následným vjezdem [j.v./h]
$R_i$ .....	rezerva <i>i</i> -tého vjezdu [%]
$S$ .....	saturovaný tok [j.v./h]
$t_b$ .....	bezpečnostní doba [s]
$t_n$ .....	najížděcí doba [s]
$t_m$ .....	mezičas [s]
$t_v$ .....	vyklizovací doba [s]
$v_n$ .....	rychlost najížděcího vozidla [ $m \cdot s^{-1}$ ]
$v_v$ .....	rychlost vyklizujícího vozidla [ $m \cdot s^{-1}$ ]
$Z_i$ .....	délka zelené <i>i</i> -té signální skupiny [s]
$\alpha$ .....	faktor zohledňující geometrické poměry vjezdu okružní křižovatky v závislosti na vzdálenosti mezi dvěma kolizními body [-]
MHD .....	městská hromadná doprava
ČSN .....	Česká státní norma
SSZ .....	světelné signalizační zařízení



## Seznam použitých značek pro vodorovné a svislé dopravní značení

P4.....	Dej přednost v jízdě! (svislá)
IP6.....	Přechod pro chodce (svislá)
C1.....	Kruhový objezd (svislá)
V1a.....	Podélná čára souvislá (vodorovná)
V2b.....	Podélná čára přerušovaná (vodorovná)
V4.....	Vodící čára (vodorovná)
V7.....	Přechod pro chodce (vodorovná)
V13a.....	Šikmé rovnoběžné čáry (vodorovná)
C4a.....	Přikázaný směr objíždění (svislá)

# 1.Úvod

Již ve starověku vedly v blízkém okolí Třebíče významné obchodní stezky: Haberská, která vedla přes Čáslavice, Kojetice, Stařeč, Přibyslavice a Brtnici, v Brtnici se křížila se stezkou Lovětínskou, později zvanou i Třebíčská stezka, ta vedla od starého Brna, přes Zastávku u Brna, Vladislav, Trnavu a končila v Lovětíně. Další důležitou křižovatkou stezek byl tehdejší Brod, ten se nacházel na místě, kde se nachází dnešní Vladislav, zde se křížily stezky Libická a Lovětínská.

Prvním významným krokem ke zlepšení napojení Třebíče na dopravní síť tehdejšího Rakouska - Uherska bylo rozhodnutí vystavět trať Vídeň - Znojmo - Jihlava - Berlín, která měla vést přes Třebíč. Nakonec se však trať významným městům vyhnula a stanice byly zřizovány mnohdy daleko od nich. Třebíč získala svou stanici až 7 km za městem mezi Starčí a Čechočovicemi, tehdy byla nazvána Starč-Třebíč (německy Startsch - Trebitsch).

Od roku 2000 se postupně realizuje rekonstrukce silnice druhé třídy č. II/360, která by měla napojit město Třebíč na dálnici D1 a která je zároveň jednou z páteřních komunikací kraje. Celý soubor staveb byl zahájen obchvatem obce Trnava. Tento zhruba 3-kilometrový úsek značně ulehčil obci Trnava a významně zrychlil cestu k dálnici. Dalšími následujícími stavbami byly obchvaty obcí Oslavice, Oslavička část I, Velké Meziříčí malý silniční obchvat.

Dopravní politika města počítala s vytvořením dopravní sítě radiálně-okružní, kterou měly tvořit dva okruhy, malý okruh a velký městský okruh s navazujícími sběrnými komunikacemi. Nová politika už pracuje jen s velkým městským okruhem. Na jihu města by měla okruh tvořit přeložka silnice první třídy č. 23. Na východě již postavená silnice druhé třídy č. 360 (Rafaelova). Severní a západní část by měla vytvořit přeložka silnice druhé třídy č. 351.

V poslední době se v Třebíči rozšířila síť placených městských parkovišť, které vznikají přestavbou stávajících parkovacích míst. Ty jsou rekonstruovány především z důvodu modernizace a estetiky města. Většina se jich nachází v centru města, kde již intenzita dopravy přesahuje 20 tis. vozidel za 24 hodin.

V některých oblastech města si lze také předplatit parkovací místo na dobu jednoho roku. Každý předplatitel je zároveň držitelem předplatitelské karty. Tento druh

parkování je využít hlavně v ulicích v okolí centra. V budoucnu by zde také mohla proběhnout výstavba podzemních garáží na Karlově náměstí.

Třebíč je pouze uzlem místního významu, kterému se v minulosti hlavní tahy sice nevyhýbaly, ale s rostoucí dopravou byly jejich trasy přesunuty dále od města. Město tak ztratilo post významné obchodní křižovatky. Proto je mnoho plánů na zlepšení stávající situace a jejich realizace. Jedním z nich je už zmíněný projekt napojení města na dálnici D1. Dopravní infrastruktura Třebíče se dopracovává pro lepší využití MHD a individuální automobilové dopravy a v poslední době hlavně turistiky.

## 2. Popis vybrané křižovatky

### 2.1 Křižovatky pozemních komunikací

Křižovatka - je to místo, v němž se pozemní komunikace v půdorysném průmětu protínají nebo stýkají a alespoň dvě z nich jsou vzájemně propojeny. Za křižovatku se nepovažuje, není-li určeno jinak, připojení lesních cest a polních cest, sjezdy k nemovitostem a připojení obslužných dopravních zařízení např. čerpací stanice a parkoviště...[2].

Křížení - je místo, kde se pozemní komunikace v půdorysném průmětu protínají, aniž jsou vzájemně propojeny např. mimoúrovňové křižovatky křížení dálnice s polní cestou, nebo místem, v němž se pozemní komunikace v půdorysném průmětu protíná s drážní komunikací tzv. železniční přejezdy...[2].

Rozdělení křižovatek podle počtu ramen [2]:

- křižovatky stykové - tříramenná křižovatka ve tvaru písmena T,
- křižovatky průsečné - čtyřramenná křižovatka ve tvaru písmene X,
- křižovatky odsazené - čtyřramenná křižovatka se dvěma stykovými křižovatkami umístěné v určité vzdálenosti od sebe,
- křižovatky vidlicové – tříramenné křižovatky ve tvaru písmene Y,
- křižovatky hvězdicové - pěti a víceraamenné křižovatky,
- Křižovatky okružní - tři a víceraamenné křižovatky se středním ostrovem kruhového tvaru.

Rozdělení podle přítomnosti či absence řízení [2]:

- křižovatky řízené,
- křižovatky neřízené.

Rozdělení úrovněových křižovatek podle stupně usměrnění dopravních proudů na křižovatce [2]:

- křižovatky prosté,
- křižovatky usměrněné plně,
- křižovatky usměrněné částečně.

## **2.2 Okružní křižovatky**

Okružní křižovatky se dělí na malé, velké a mini okružní křižovatky. Průměr křižovatky je závislý na počtu přípojných větví křižujících komunikací, které jsou napojeny na okružní jízdní pás, a na způsobu připojení vjezdů. Mini okružní křižovatky se zejména umisťují v místech malého dopravního významu [1].

Základní části okružní křižovatky [1]:

- středový ostrov,
- prstenec,
- vnější průměr,
- okružní pás,
- vnitřní průměr,
- vjezd,
- směrovací ostrůvek,
- okružní jízdní pás.

## **2.3 Charakteristika řešené křižovatky a okolí**

Průsečná křižovatky mezi ulicemi Smila Osovského-Jejkovská brána-Bedřicha Václavka-Soukenická se nachází v centru města Třebíče na výjezdu z Karlova náměstí na ulici Smila Osovského ke komunikaci první třídy číslo 23 směrem na Brno. V okolí

křižovatky se nachází obchodní dům Delvita a už zmíněné Karlovo náměstí, které je známé nejen z historie, ale i ze současnosti.

Karlovo náměstí se člení na část shromažďovací a část parkovací. Část shromažďovací slouží jako místo pro trhy, politické shromáždění, konání koncertů, tradičních Třebíčských slavností piva a Horácké rally, kterou každoročně navštíví tisíce fanoušků. Druhá část náměstí je určena pro parkování vozidel osobní i městské hromadné dopravy, kterými lidé přijíždí do práce a nebo na nákupy. Celé náměstí je obklopeno nákupními centry, obchody a postraními ulicemi, ve kterých lze parkovat vozidlo. Téměř po celé délce ulice Jejkovská brána se nachází odstavný jízdní pruh určený především pro zásobovací vozidla, které denně přijíždí zásobovat obchody.



**Obr. č. 1: Poloha řešené křižovatky**

Na základě uvedení těchto skutečností zde dochází k naplnění kapacit všech parkovacích míst a následně k dopravním zácpám, při výjezdu z ulice Jejkovská brána na ulici Smila Osovského, tak i z ulice Jihlavská brána, která se nachází na západní straně náměstí. Narozdíl od křižovatky na západní straně náměstí, která je řízená světelnými signalizačními zařízeními je průsečná křižovatky mezi ulicemi Smila Osovského-Jejkovská brána-Bedřicha Václavka-Soukenická řízená pouze svislým dopravním značením, která určují hlavní a vedlejší pozemní komunikaci, přičemž vedlejší komunikace je ulice Jejkovská brána a ulice Soukenická. Vzhledem k vysokým

intenzitám mezi rameny Smila Osovského a Bedřicha Václavka dochází ke znemožnění výjezdu vozidel z ramene křižovatky Jejkovská brána a následnému tvoření kolon.

Hlavní pozemní komunikace na řešené křižovatce, která se nachází na ulici Bedřicha Václavka je vybudována s dvěma jízdními pruhy, každý pro jeden směr jízdy a pro usměrnění vozidel odbočujících vlevo je zde řadicí pruh. Vozidla, která jedou v opačném směru z Karlova náměstí na ulici Bedřicha Václavka, přijíždí na hlavní komunikaci, která se připojuje na komunikaci první třídy číslo 23 směr Jihlava.



*Obr. č. 2: Letecký snímek řešené křižovatky*

Hlavní komunikaci na ulici Smila Osovského reprezentují dva jízdní pruhy každý pro jeden směr jízdy a řadicí pruh pro vozidla odbočující vlevo. Ulice Soukenická se nachází vlevo při výjezdu z náměstí, toto rameno křižovatky je určeno pouze pro zásobovací vozidla, pro ostatní zde platí zákaz vjezdu.

## **2.4 Vlastní dopravní průzkum**

Dopravní průzkum je nezbytnou potřebou při dopravním plánování, projektování a modernizování pozemních komunikací a křižovatek. Pomocí dopravních průzkumů zjišťujeme obecně počty dopravních prostředků (osobních a nákladní automobilů, dopravních prostředků MHD), chodců či cyklistů zatěžující svým

provozem konkrétní komunikaci či dopravní plochy, tj. intenzitu provozu (za hodinu, den). Dále sledujeme jejich směr pohybu, případně důvod. V poslední řadě nás zajímá složení dopravních proudů (například podíl osobních vozidel z celkového počtu naměřených vozidel), kvalita provozu (časové ztráty, rychlosti).

Dopravní průzkumy lze rozdělit dle mnoha hledisek, tím, že se mnohé níže uvedené typy navzájem prolínají.

#### Rozdělení dopravních průzkumů:

- Nejprve dělíme dopravní průzkumy podle druhu dopravy. Jedná se o dopravní průzkumy na pozemních komunikacích, dopravní průzkum hromadné osobní dopravy, dopravní průzkum parkování resp. odstavení.
- Podle účelu dělíme dopravní průzkum na dopravní průzkum intenzity dopravního či přepravního proudu (počty dopravních prostředků nebo osob, jenž pojedou daným profilem pozemní komunikace, resp. na křižovatce nebo jinde, a to za určitou časovou jednotku).
- Dopravní průzkumy směrové (odkud a kam směřují dopravní nebo přepravní proudy například na křižovatce, na určité části dopravní sítě MHD).
- Dopravní průzkum rychlostní (pohybové charakteristiky dopravní nebo přepravního proudu na určité části pozemní komunikace, křižovatce).
- Podle počtu rozmístění sčítacích stanovišť dělíme dopravní průzkumy na bodové (jedno stanoviště nebo více stanovišť, která nejsou navzájem spojitá), trasová (liniově seřazena stanoviště pro sledování charakteristik dopravního proudu na určitém trase), kordonové (na všech vstupech do a ze sledované oblasti po sledování zdrojových, cílových, resp. tranzitních vztahů) a plošné (na stanovištích na obvodu i uvnitř sledovaného území po zjištění vnitrooblastní a mezioblastních vztahů řešeného území rozděleného do jednotlivých oblastí).

Dopravní průzkum můžeme provádět mnoha způsoby, nejjednodušší je vlastní pozorování, kdy získáváme informace o dopravních prostředcích, cestujících aniž bychom potřebovali spolupráci těch, které sledujeme. Další formou průzkumu je ústní (rozhovor) nebo písemný (dotazník) dotazy. V současné době se mnohdy dopravní průzkumy opírají o automatizovaný sběr dat (sektory, videodetekce). [1]



Za účelem zjištění intenzity silničního provozu na řešené křižovatce byl proveden vlastním pozorováním dopravní průzkum. Celková doba měření trvala 1 hodinu.

POPIS MÍSTA MĚŘENÍ	
<b>datum</b>	19.12.2007
<b>čas</b>	15:00 - 16:00
<b>město a místo měření</b>	Třebíč (ramena ulic - Soukenická, Smilla Osovského, Bedřicha Václavka, Jejkovská brána)
<b>účel měření</b>	dopravní průzkum
<b>povětrnostní podmínky</b>	polojasno -1°C
<b>jméno a příjmení měřícího</b>	Pavel Mojžíš

Příjezd	Druh vozidla [voz/hod]				
	Jízdní kola a motocyklisté	Osobní automobily	Autobusy	Nákladní automobily	Σ
<b>Jejkovská Brána (A)</b>					
směr vlevo	0	2	0	0	<b>2</b>
směr přímo	2	173	2	0	<b>177</b>
směr vpravo	0	76	5	0	<b>81</b>
<b>celkem</b>	<b>2</b>	<b>251</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>260</b>
<b>Soukenická (B)</b>					
směr vlevo	0	1	0	0	<b>1</b>
směr přímo	0	0	0	0	<b>0</b>
směr vpravo	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>celkem</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
<b>Smila Osovského (C)</b>					
směr vlevo	0	180	2	0	<b>182</b>
směr přímo	0	212	2	0	<b>214</b>
směr vpravo	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>celkem</b>	<b>0</b>	<b>392</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>396</b>
<b>Bedřicha Václavka (D)</b>					
směr vlevo	0	75	4	0	<b>79</b>
směr přímo	0	0	0	0	<b>0</b>
směr vpravo	1	348	0	1	<b>350</b>
<b>celkem</b>	<b>1</b>	<b>423</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>429</b>
<b>Σ</b>	<b>3</b>	<b>1067</b>	<b>15</b>	<b>1</b>	<b>1085</b>

*Tab. č. 1: Hodinové intenzity vozidel v době 15:00 – 16:00*

Při dopravních průzkumech, kterými zjišťujeme počty vozidel, se zpravidla skutečná vozidla přepočítávají na tzv. jednotková vozidla. Jednotkové vozidlo je srovnávací početní jednotka, vyjadřující vliv různých druhů vozidel v dopravním proudu. Je reprezentováno průměrným osobním proudem automobilem, na jehož jízdní vlastnosti a rozměry se ostatní vozidla přepočítávají pomocí koeficientů.

Použité převodní koeficienty pro jednotlivé druhy vozidel:

Druh vozidla	koeficient
➤ osobní automobil	1
➤ nákladní automobil a sólobus	2
➤ jízdní kolo a motocyklista	0,5

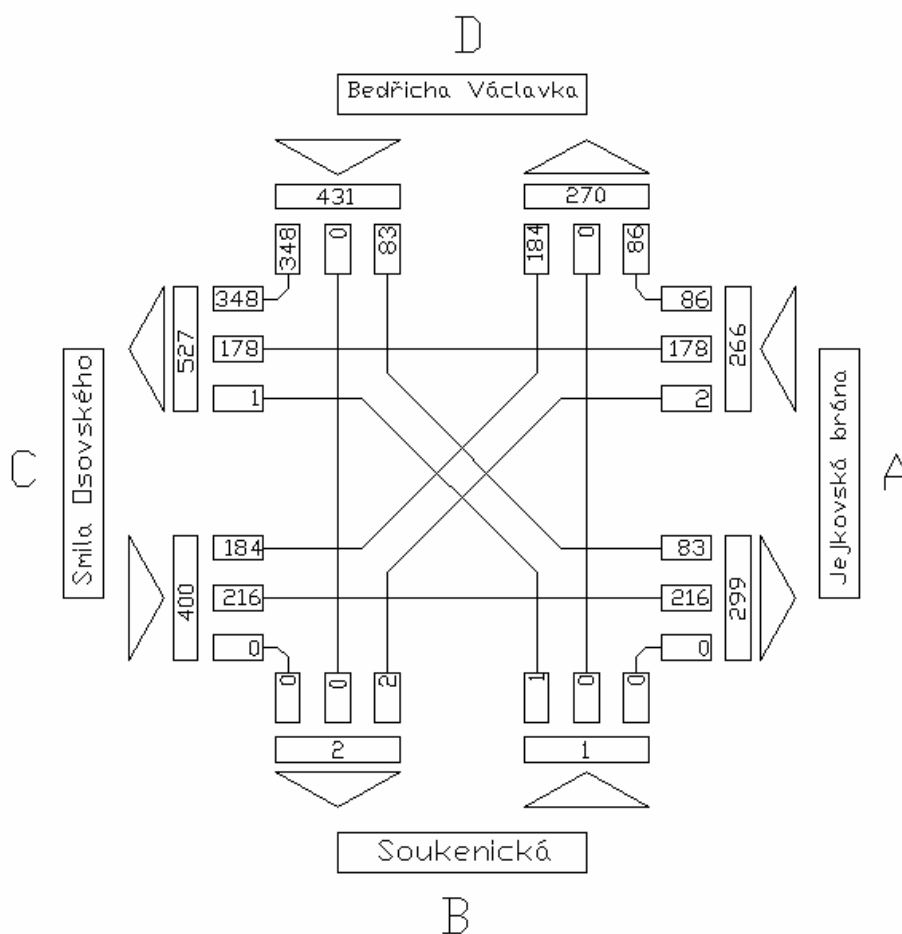
Příjezd	Druh vozidla [voz/hod]				
	Jízdní kola a motocyklisté	Osobní automobily	Autobusy	Nákladní automobily	Σ
<b>Jejkovská Brána (A)</b>					
směr vlevo	0	2	0	0	<b>2</b>
směr přímo	1	173	4	0	<b>178</b>
směr vpravo	0	76	10	0	<b>86</b>
<b>celkem</b>	<b>1</b>	<b>251</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>266</b>
<b>Soukenická (B)</b>					
směr vlevo	0	1	0	0	<b>1</b>
směr přímo	0	0	0	0	<b>0</b>
směr vpravo	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>celkem</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
<b>Smila Osovského (C)</b>					
směr vlevo	0	180	4	0	<b>184</b>
směr přímo	0	212	4	0	<b>216</b>
směr vpravo	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>celkem</b>	<b>0</b>	<b>392</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>400</b>
<b>Bedřicha Václavka (D)</b>					
směr vlevo	0	75	8	0	<b>83</b>
směr přímo	0	0	0	0	<b>0</b>
směr vpravo	0	348	0	2	<b>348</b>
<b>celkem</b>	<b>0</b>	<b>423</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>431</b>
<b>Σ</b>	<b>1</b>	<b>1067</b>	<b>30</b>	<b>2</b>	<b>1097</b>

*Tab. č. 2: Hodinové intenzity jednotkových vozidel v době 15:00 – 16:00*

## 2.5 Zhodnocení měření

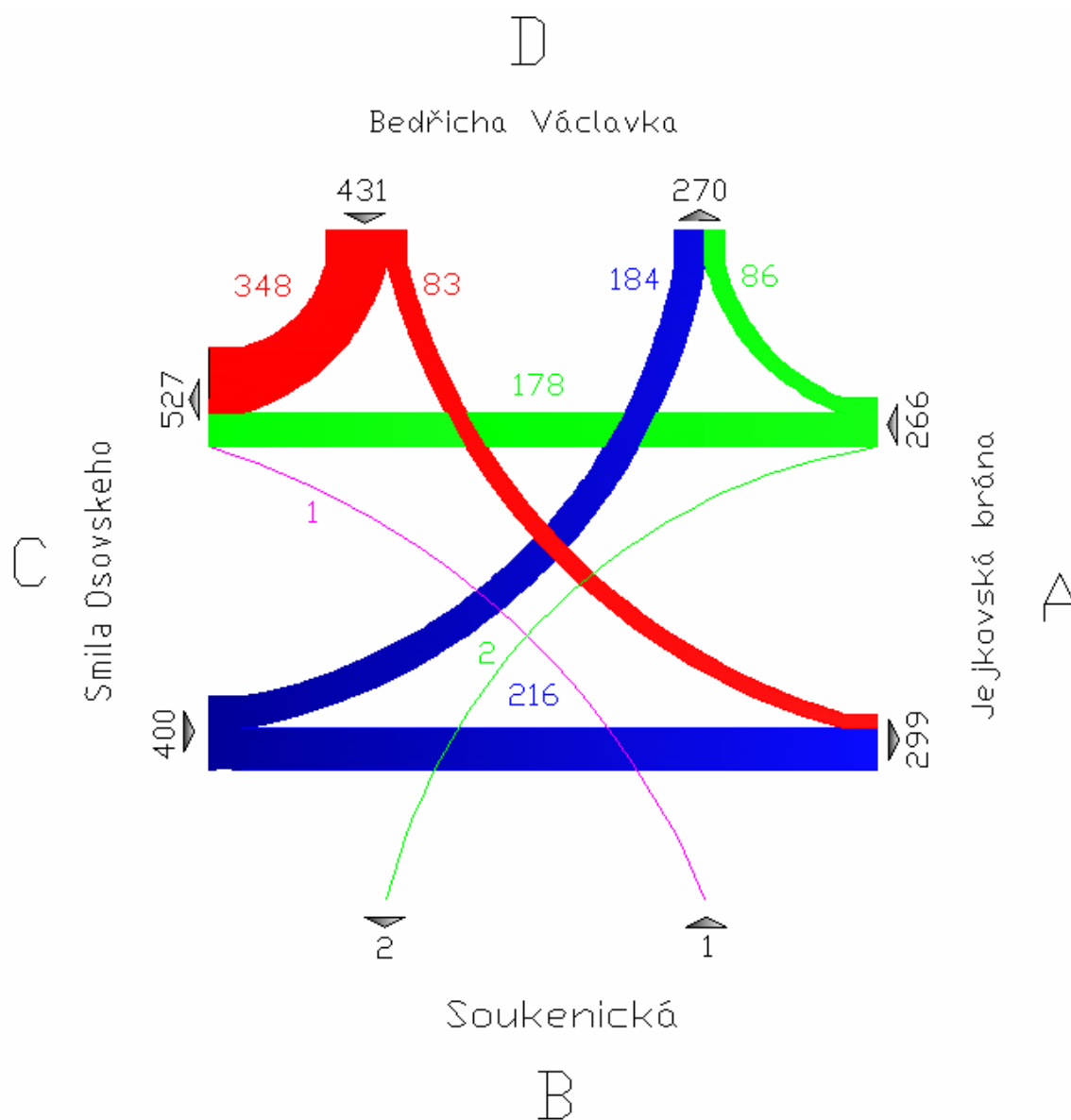
Vzhledem k vysokému provozu na řešené křižovatce projíždí křižovatkou minimální počet nákladních vozidel sloužící jako zásobovací vozidla. Ostatní nákladní vozidla jezdí po komunikaci první třídy č. 23 a řešenému místu se vyhýbají. Vozidla MHD využívají křižovátku mnohem častěji, ale jejich intenzita není tak velká, aby mohli způsobovat na křižovatce zácpy. Na základě naměřených údajů je zřejmé, že největší provoz na řešené křižovatce způsobují osobní automobily, a to na ulici Smila Osovského jak ze směru přímo z ulice Jejkovská brána, tak i ze směru přímo z ulice Smila Osovského.

Z naměřených hodnot při dopravním průzkumu intenzit jednotlivých proudů sestavujeme výsledky nejen do tabelární, ale i do grafické podoby, které jsou zde uvedeny.



**Obr. č. 3: Kartogram (intenzity vozidel v j.v./ na řešené křižovatce)**

Intenzitu dopravních proudů lze také znázornit pomocí tzv. pentlogramu (jiný název stužkogram, nebo stužkový diagram). Jedná se o diagram, kdy šířka pentlí, resp. stužek odpovídá měřítku naměřené intenzity proudu, který je uveden níže.



**Obr. č. 4: Pentlogarm (intenzity vozidel v. j./h )**

### 3. Dopravní nehodovost a konfliktní situace

#### 3.1 Dopravní nehody na pozemních komunikacích – pojmy

Dopravní nehoda je událost v silničním provozu, při níž dojde k usmrcení nebo zranění osoby nebo ke škodě na majetku v přímé souvislosti s provozem vozidla.

Nehodové místo je, kde dochází k dopravním nehodám. Nehodový úsek je takový úsek, kde na vzdálenost větší než 250 m dochází ke kumulaci nehodových míst. Nehodová lokalita je plocha, či území s více nehodovými místy.

Místo častých dopravních nehod je takové místo, na kterém došlo k většímu počtu dopravních nehod, než je stanoveno ve výběrovém kritériu. Úsek častých dopravních nehod je takový úsek, kde na vzdálenosti větší než 250 m dochází ke kumulaci míst častých dopravních nehod. Nebezpečné místo je takové místo, jehož nehodovost sice leží pod stanovenými hraničními hodnotami výběrového kritéria, ale přesto vykazuje potenciální stejná rizika možného vzniku nehody .

Usmrcená osoba je osoba, která zemře při dopravní nehodě na místě nebo do 30 dnů od data nehody. Účastník nehody je každá osoba, která se přímým způsobem účastní na nehodě. Osobní nehoda je nehoda, při které došlo k usmrcení nebo zranění zúčastněných osob.[1]

Nehody dělíme do několika hledisek, hledisko právní, kdy příčinou vzniku dopravní nehody je například [1]:

- chyba řidiče
- špatný technický stav vozidla
- špatný stav komunikace
- kombinace výše uvedených
- hledisko vlivu pozemní komunikace na vznik nehod
- hledisko psychologických příčin vzniku nehod
- jiná možná hlediska

### 3.2 Rozbor nehodovosti na řešené křižovatce

Potřebné informace k vypracování rozboru nehodovosti na řešené křižovatce jsem získal z Dopravního oddělení na Policii v Třebíči. Pro Bakalářskou práci mně byly poskytnuty statistiky dopravních nehod za roky 2006-2007. Statistiky obsahují příčinu nehody, hmotnou škodu a informaci zda došlo ke zranění.

Příčina dopravní nehody	Druh zranění	Hmotná škoda [Kč]
Nedání přednosti v jízdě	Lehké zranění	500
Nedodržení bezpečné vzdálenosti	Bez zranění	2000

**Tab. č. 3: Dopravní nehody na řešené křižovatce za rok 2006**

Za rok 2006 se na řešené křižovatce staly dvě dopravní nehody, u nichž došlo k jednomu lehkému zranění a celkové hmotné škodě 2 500 Kč.

Příčina dopravní nehody	Druh zranění	Hmotná škoda [Kč]
Nedání přednosti v jízdě	Bez zranění	15000
Nevěnování se řízení	Bez zranění	20000
Nedání přednosti v jízdě	Bez zranění	3000

**Tab. č. 4: Dopravní nehody na řešené křižovatce za rok 2007**

V roce 2007 zde došlo ke třem dopravním nehodám. Nehody se obešly bez zranění a celková hmotná škoda činila 38 000 Kč.

Z uvedených údajů je zřejmé, že na řešené křižovatce nedochází příliš často k dopravním nehodám. Příčinou největšího počtu dopravních nehod bylo nedání přednosti v jízdě a to při výjezdu z ulice Jejkovská brána (vedlejší pozemní komunikace) na hlavní pozemní komunikaci. V případě nehody nevěnování se řízení vozidla, řidič osobního vozu narazil do zaparkovaného vozu na krajnici. Jediná nehoda, při které došlo k lehkému zranění byla způsobena cyklistou, který nedal přednost osobnímu vozidlu jedoucímu z ulice Smila Osovského směr vlevo.

### 3.3 Konfliktní situace

Konfliktní situací rozumíme takový okamžik a situaci v silničním provozu, kdy vzniká pro některé účastníky větší než obvyklá míra nebezpečnosti. Tato definice v sobě skrývá situaci, jejímž škála závažnosti sahá od prohřešku jediného a samotného účastníka silničního provozu, které v podstatě zvýšenou mírou nebezpečí nehrozí, tj. lze je považovat za potenciální konfliktní situace až po tzv. skoronehody, kdy jediné náhlé změna směru nebo rychlosti jízdy zamezí vzniku nehody.

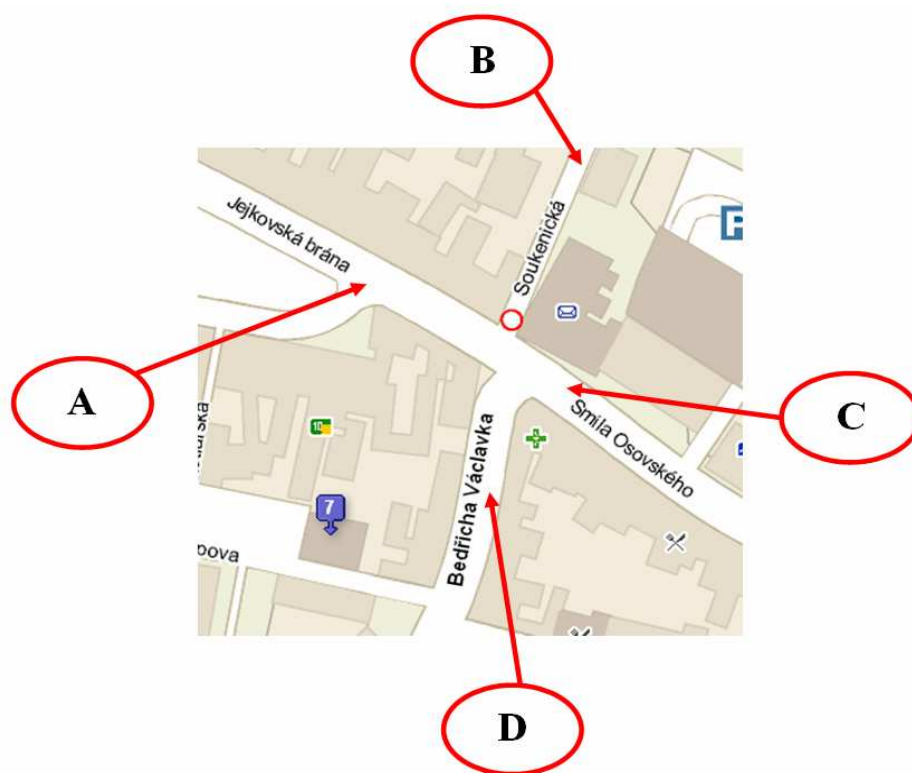
Konfliktní situace je chápána jako jev, který se vyskytuje velmi často. Vyskytují se v místech komunikační sítě za určitých podmínek (provozních, stavebních, povětrnostních) a mohou se projevit jako dopravní nehody. Zřetelná metoda sledování chování účastníků silniční dopravy je pomocí videoaparatury a následná videoanalýza konfliktních situací.[1]

		stala se nehoda	bez následků
vlivem vnějších náhodných okolností	KONFLIKTNÍ SITUACE		
vlivem porušení pravidel dopravy			
	řešení úhybnou akcí		bez nutné reakce
	brzdění	vybočení	brzdění a vybočení

**Obr. č. 5: Členění konfliktních situací dle příčin, důsledků a způsobu řešení [2]**

Součástí dopravního průzkumu bylo pořízení videozáznamu křižovatky o délce jedné hodiny a následně jeho zpracování dle Folprechtovy videoanalýzy (tato metoda byla využita pouze částečně). Účelem této činnosti bylo zjistit, zda na řešené křižovatce nedochází k situacím, které by mohli způsobit nehodu, popřípadě k porušování zákona č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích.

Po zpracování videozáznamu bylo zjištěno, že nejčastějším dopravním přestupkem je nedání přednosti chodci na přechodu pro chodce a to na rameně křižovatky D. Druhý nejčastějším dopravním přestupek bylo zjištěno, zastavení vozidla na přechodu pro chodce a to na rameně křižovatky A. Také docházelo k zastavení vozidel v křižovatce, která vyjížděla z ramene A na rameno C a tím znemožnění pokračování v jízdě protijedoucích vozidel, která jela z ramene C na rameno křižovatky D. Další události, které lze už pouze definovat jako konfliktní situace se vyskytovali v podobě prudkého brzdění, nedodržení bezpečné vzdálenosti mezi jednotlivými vozidly, které se řadí za sebou, ostrého výjezdu vozidel z ramene křižovatky A a přecházení chodců mimo přechody pro chodce. Pro orientaci v označení ramen křižovatky A-B-C-D je níže uvedené schéma křižovatky.



*Obr. č. 6: Orientační schéma křižovatky*

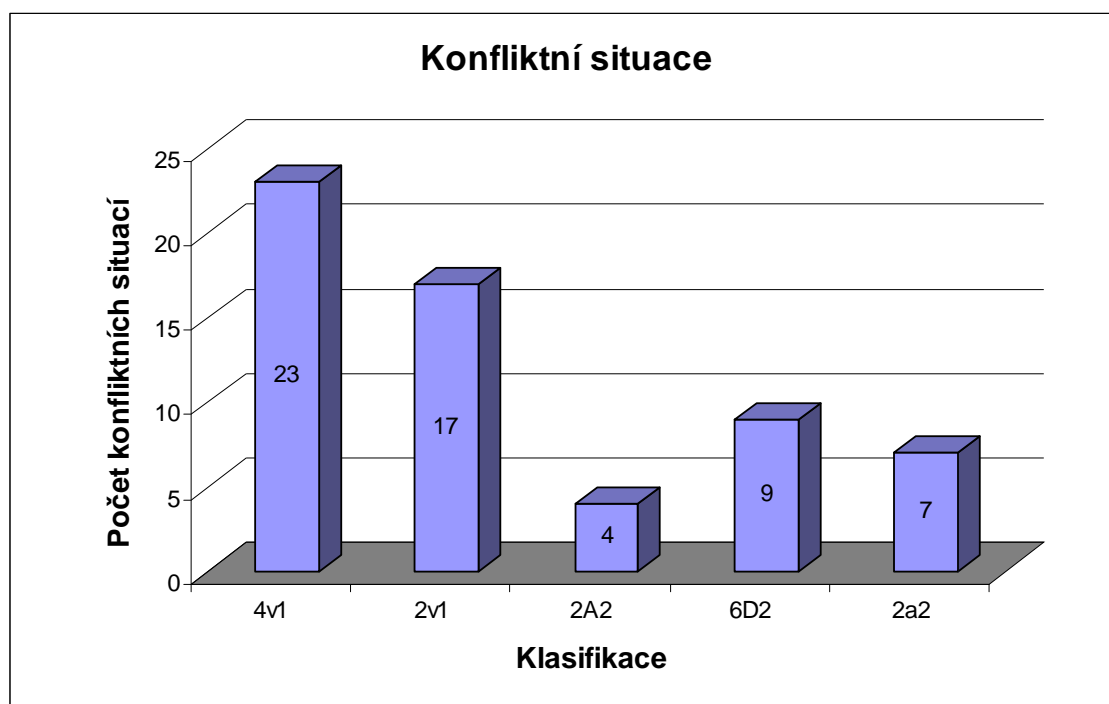


Po zpracování videozáznamu bylo zjištěno, že na řešené křižovatce za dobu jedné hodiny došlo celkem k 60 ti konfliktním situacím. Přičemž ve 40 ti případech se jednalo o konfliktní situaci bez reakce. V 16 ti případech o konfliktní situaci bez násilné reakce a ve 4 případech o konfliktní situaci s ostrou reakcí. Zaznamenané konfliktní situace jsou uvedené v tab. č. 5. Vysvětlení označení konfliktních situací je uvedené v příloze č. 1.

Nakonec byl proveden výpočet ukazatele relativní konfliktnosti, který udává určitou představu o míře bezpečnosti provozu na jednotlivých křižovatkách a počet konfliktních situací na 100 vozidel, resp. na 100 chodců [2]. Tento výpočet a klasifikace zaznamenaných konfliktních situací jsou uvedeny v příloze č. 1.

klasifikace	počet
4v1	23
2v1	17
2A3	4
6D2	9
1ch2	7

*Tab. č. 5: Zaznamenané konfliktní situace*

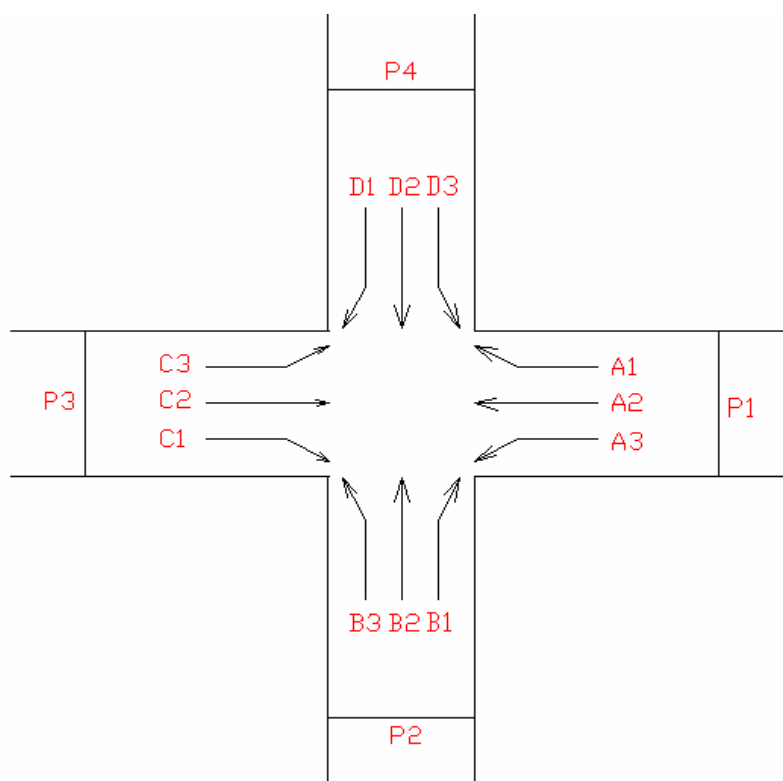


*Graf č. 1: Grafické znázornění zaznamenaných konfliktních situací*

## 4 Návrh variant řešení vedoucí ke zvýšení bezpečnosti a plynulosti silničního provozu

### 4.1. Nadefinování vozových proudů

Před započítáním návrhu světelného signalizačního zařízení je třeba si rozdělit jednotlivé dopravní proudy. Schéma rozdělení vozových proudů je znázorněné na obrázku č. 7, přičemž vozové proudy průsečné křižovatky jsem rozdělil písmeny A, B, C, D a přechody pro chodce písmeny P1, P2, P3, P4. Písmena A1, B1, C1, D1 znamenají jízdu vozidla do oblouku a to vpravo, písmena A2, B2, C2, D2 znamenají jízdu přímo a písmena A3, B3, C3, D3 označují jízdu do oblouku a to vlevo. Označení ramen křižovatky je obdobné jak u schémat kartogramu a pentlogramu.



*Obr. č. 7: Označení jednotlivých dopravních proudů a přechodů pro chodce*

### 4.1.1 Návrh světelného signalizačního zařízení

Pro návrh světelného signalizačního zařízení jsem vycházel především z technických podmínek TP 81 „Zásady pro navrhování světelných signalizačních zařízení na pozemních komunikacích.

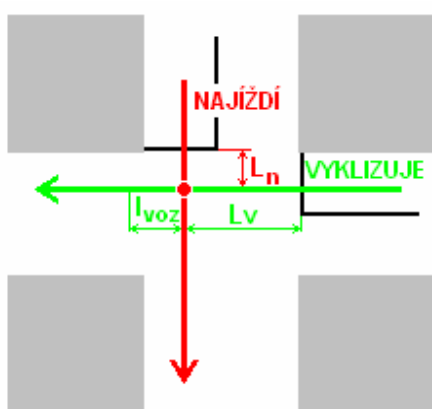
Signální plán byl sestaven na základě těchto podkladů:

- hodnoty mezičasů pro jednotlivé vozové proudy,
- tabulky mezičasů,
- sestavení fázového schématu,
- výpočet délky cyklu.

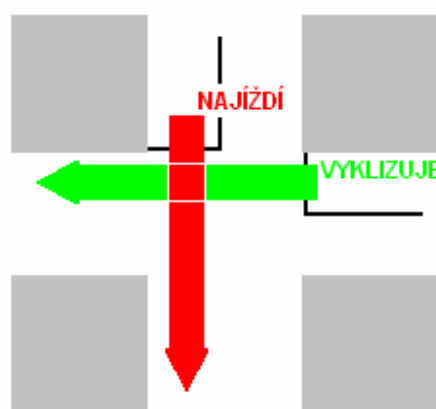
### 4.1.2 Výpočet mezičasů

Mezičas je časový interval od konce zelené na návěstidle pro jeden směr po začátek doby zelené na návěstidle pro kolizní směr. Tím je zajištěno, aby nedošlo ke střetu vyklizujících vozidel a najíždějících vozidel následných fází.

Kolizní dopravní pohyby jsou vzájemné pohyby vozidel, které se kříží nebo připojují. Místům, kde se tak děje říkáme kolizní plochy. Pro zjednodušení použijeme tzv. kolizní body tj. průsečíky trajektorií možných vozidlových proudů.



Obr. č. 8: Znázornění kolizního bodu



Obr. č. 9: Znázornění kolizní plochy

Pomocí situačního schématu v měřítku 1:500 řešeného křižovatky a programu AutoCad jsem byl schopen změřit a následně dopočítat trajektorie najíždějících a vyklizujících vozidel. Pro každý směr jsem sestavil tabulku, kde jsou uvedeny délky najíždějících a vyklizujících trajektorií a následně jsem vypočítal potřebné údaje k navržení světelného signalizačního zařízení.

Výpočet mezičasů: [s]

$$t_m = t_v - t_n + t_b \quad (1)$$

Vyklizovací doba  $t_v$  [s] - doba, kterou potřebuje vozidlo na projetí od stopčáry ke konci kolizní plochy resp. kterou potřebuje chodec k chůzi od vstupu do vozovky za návěstidlem na konec kolizní plochy.

$$t_v = \frac{L_v + l_{voz}}{v_v} \quad (2)$$

Najíždějící doba  $t_n$  [s] - doba, kterou potřebuje první vozidlo následující fáze zelené k projetí vzdálenosti od stopčáry ke koliznímu bodu.

$$t_n = \frac{L_n}{v_n} \quad (3)$$

Bezpečnostní doba  $t_b$  [s] - doba, v průběhu které mohou vjet do křižovatky vozidla, která nemohou již bezpečně zastavit v době žluté před křižovatkou.

Bezpečnostní doba  $t_b$  [s]:

- motorová vozidla 2
- cyklista 1
- tramvaje, chodci 0

Vyklizovací dráha  $L_v$  [m]-dráha vyklizujícího vozidla od stopčáry ke konci kolizní plochy (bodu), resp. dráha vyklizujícího chodce od vstupu do vozovky za návěstidlem ke konci kolizní plochy (bodu).

Najížděcí dráha  $L_n$  [m]-dráha najíždějícího vozidla od stopčáry k začátku kolizní plochy (bodu), resp. dráha vstupujícího chodce od vstupu do vozovky za návěstidlem do začátku kolizní plochy (bodu)

Délka vyklizujícího vozidla  $l_{voz}$  [m]-délka vozidla, které vyklizuje.

Vyklizovací rychlost  $v_v$  [m/s]-rychlost vyklizujícího vozidla nebo chodce. Najížděcí rychlost  $v_n$  [m/s]-rychlost najíždějícího vozidla nebo vstupujícího chodce.

Vyklizovací a najížděcí rychlosti jsou standardizovány podle podmínek:

- v přímém směru 9,7 m/s
- oblouku 7 m/s

Délka vyklizujícího vozidla  $L_{voz}$  [m] stanovujeme takto:

- motorové vozidlo 5
- tramvaje 15
- cyklisté, chodci 0

### 4.1.3 Vzorové výpočty

Mezičas:

$$t_m = t_v - t_n + t_b = 2,15 - 1,68 + 2 = 2,48 \text{ s}$$

Doba vyklizovací:

$$t_v = \frac{L_v + l_{voz}}{v_v} = \frac{15,87 + 5}{9,70} = 2,15 \text{ s}$$

Najížděcí doba:

$$t_n = \frac{L_n}{v_n} = \frac{16,2}{9,7} = 1,67 \text{ s}$$

Na základě těchto vypočtených údajů jsem získal hodnoty, které jsem tabelárně zpracoval. Vypočtené údaje představují mezičasy pro jeden vozový proud, které se musí zaokrouhlit nahoru. Takto jsem provedl výpočty pro každý vozový proud zvlášť. Kompletní výpočty jsou uvedeny v příloze č. 2.

Najíždí A2	Vyklizuje							
	B2	B3	C3	D1	D2	D3	P1	P3
$L_v$	15,87	23,79	17,53	16,87	19,37	21,13	9,77	12,02
$L_n$	16,20	30,08	27,60	31,07	19,90	16,49	1,50	41,29
$v_v$	9,70	7,00	7,00	7,00	9,70	7,00	1,40	1,40
$v_n$	9,70	9,70	9,70	9,70	9,70	9,70	9,70	9,70
$L_{voz}$	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,00
$t_v$	2,15	4,11	3,22	3,12	2,51	3,73	6,98	8,59
$t_n$	1,67	3,10	2,84	3,20	2,05	1,70	0,15	4,26
$t_b$	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
$t_m$	2,48	3,01	2,37	1,92	2,46	4,03	8,83	6,33
$t_m$ - zaokrouhleno	3,00	4,00	3,00	2,00	3,00	5,00	7,00	5,00

*Tab. č. 6: Tabulka mezičasů pro jeden vozový proud*

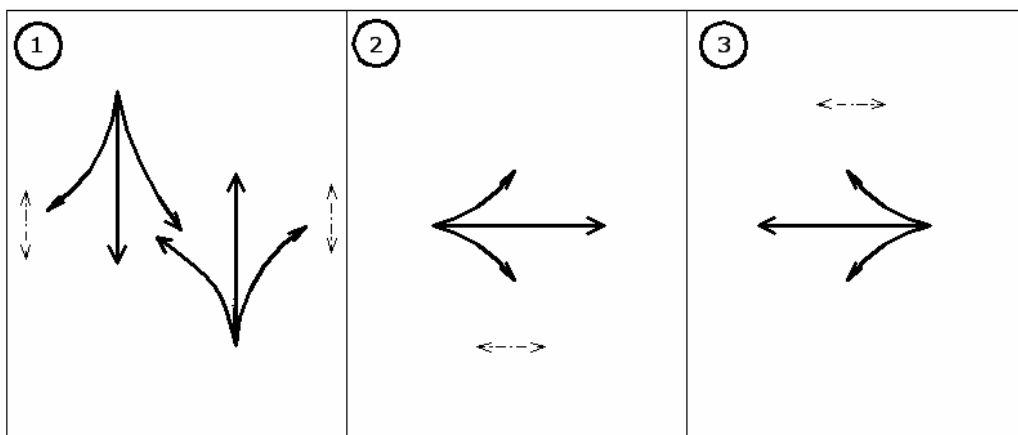
Z vypočtených mezičasů pro jednotlivé vozové proudy jsem byl schopen sestavit tabulku mezičasů.

	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1	D2	D3	P1	P2	P3	P4
A1					2				4				7			5
A2					3	4			3	2	3	5	7		5	
A3					3	5	5	4			3	6	7	3		
B1								5				6	6	5		
B2	4	3	5					5	5			5		5		6
B3		4	5					4	3	2	7			1	0	
C1			1								2			1	9	
C2			1	1		1					3	4	3		9	
C3	4	4			1	3					0	4			9	4
D1		4				5									5	9
D2		3	3			2	4	3	6					2		9
D3		1	0	0	2			2	5				4			0
P1	0	0	0	0				0				2				
P2			1	0	0	0	3	1								
P3		0				7	0	0	0	0						
P4	0				0				0	0	0	0				

*Tab. č. 7: Tabulka mezičasů všech vozových proudů*

#### 4.1.4 Fázová schémata

Fáze je časový interval, ve kterém mají vozidla současně volno, zpravidla vzájemně nekolizní dopravní pohyby na křižovatce. Fázová schémata je přiřazení dopravních pohybů jednotlivým fázím a nejvýhodnější pořadí fází. Na obrázku č.10 se nachází zvolená fázová schémata řešené křižovatky.



*Obr. č. 10: Zvolená fázová schémata*

Na základě zvolených fázových schémat jsem si sestavil tabulku fází, která nám udává jednotlivé fáze za sebou jdoucí viz. tabulka č 8. Následně jsem provedl výpočet mezičasu pro jednotlivé fáze. Rozhodující hodnoty jsou maximální mezičasy u jednotlivých fází viz. tabulka č. 10. Následně jsem provedl kombinace jednotlivých fází a získal 6 možných fází. Za jednotlivé pořadí fází jsem dosadil maximální mezičasy fází a sečtením těchto hodnot jsem získal mezičasy k jednotlivým pořadím fází. Rozhodující pořadí fází je takové, kde je nejmenší hodnota součtu mezičasu tj. 1-2-3-1 viz tabulka č. 10. Výpočet tohoto mezičasu je uveden v příloze č. 7.

1.	fáze	B1	B2	B3	D1	D2	D3	P1	P3
2.	fáze	C1	C2	C3	P2				
3.	fáze	A1	A2	A3	P4				

*Tab. č. 8: Tabulka zvolených fází*

1-->2	C1	C2	C3	P2
B1		5		5
B2		5	5	5
B3		4	3	1
D1				
D2	4	3	6	2
D3		2	5	
P1		0		
P3	0	0	0	
$t_{m12}$	6			

*Tab. č. 9: Příklad tabulky mezičasů (fáze 1-->2)*

	Fáze				$t_m$
1	1	2	3		17
2	1	3	2		25

*Tab. č. 10: Pořadí mezičasů*

#### 4.1.5 Návrh signálního plánu

Nyní mám všechny potřebné údaje k použití metody spotřeby času. Podstatou této metody je, že se intenzita jednotlivých dopravních směrů upravuje vynásobením koeficientem faktoru omezení, čímž se zohledňují vlivy na zpomalení nebo na zrychlení pohybu vozidla prostorem křižovatky. Toto výpočtové zatížení se zavádí do výpočtu délky a jednotlivých zelených fází.

Výpočet zatížení :

$$M = \frac{I \cdot k}{n} \quad [\text{j.v.h}^{-1}] \quad (4)$$

I-intenzita určitého dopravního směru  $[\text{j.v.h}^{-1}]$

k-výsledný koeficient faktoru omezení pro konkrétní dopravní směr

n-počet řadících pruhů tohoto směru



Výpočet délky cyklu:

$$C_v = \frac{\sum t_m}{1 - \frac{\sum M}{S}} \quad [\text{s}] \quad (5)$$

$t_m$ -součet rozhodujících mezičasů mezi jednotlivými fázemi za cyklus [s]

$M$ -součet výpočtových zatížení rozhodujících pro každou fázi [j.v.h<sup>-1</sup>]

$S$ -saturovaný tok [j.v.h<sup>-1</sup>], možno volit 1400 až 1900 [j.v.h<sup>-1</sup>]

Hodnota výpočtového cyklu zvětšená o 5 %

$$C = 1,05 \cdot C_v$$

Hodnota výpočtového cyklu zvětšená o 10 %

$$C = 1,1 \cdot C_v$$

Délka zelené i-té signální skupiny :

$$Z_i = \frac{C}{S} \cdot M_i \quad [\text{s}] \quad (6)$$

$M_i$ -výpočtové zatížení rozhodující pro i-tou signální skupinu

$S$ -saturovaný tok [j.v.h<sup>-1</sup>], možno volit 1400 až 1900 [j.v.h<sup>-1</sup>]

$C$ -zvolená délka cyklu [s]

Posouzení kapacity pro jednotlivé vjezdy :

$$K_i = \frac{S}{C} \cdot Z_i \quad [\text{j.v.h}^{-1}] \quad (7)$$

$C$ -zvolená délka cyklu [s]

$S$ -saturovaný tok [j.v.h<sup>-1</sup>], možno volit 1400 až 1900 [j.v.h<sup>-1</sup>]

$Z_i$ -délka zelené i-té signální skupiny [s]

### Rezerva kapacity vjezdu

$$\text{Re } z = \left(1 - \frac{I}{K}\right) \cdot 100 [\%] \quad (8)$$

I-intenzita určitého dopravního směru [j.v.h<sup>-1</sup>]

K-kapacita vjezdu [j.v.h<sup>-1</sup>]

### Délka řadícího pruhu :

$$l_i = \frac{7}{3600} \cdot M_i \cdot (C - Z_i) [\text{m}] \quad (9)$$

C-zvolená délka cyklu [s]

M<sub>i</sub>-výpočtové zatížení rozhodující pro i-tou signální skupinu

Z<sub>i</sub>-délka zelené i-té signální skupiny [s]

Koeficienty potřebné k výpočtu			
			koeficient
šířka řadících pruhů ( $k_{šř}$ )		2,75 m	1,15
		3 až 3,5 m	1
		3,75 m	0,85
sklonové poměry ( $k_{skl}$ )	stoupání	3,50%	1,15
		5,00%	1,15
	klesání	3,50%	0,9
		5,00%	0,85
poloměr odbočování ( $k_r$ )		10 m	1,15
		15 m	1,1
		30 m	1,2
odbočující přímo jedoucí vozidla v jednom řadícím pruhu ( $k_{odb}$ )		10%	1,05
		20%	1,1
		30% a více	1,2
počet řadících pruhů pro tentýž směr na jednom vjezdu ( $k_n$ )	2 pruhy	3,5 m	1,05
	2 pruhy	3 m	1,1
	3 pruhy	3 m	1,15
vozidla odbočující současně s přecházejícími chodci, přechod je zatížen ( $k_{ch}$ )			
		slabě	1
		středně	1,1
		silně	1,2
Pro intenzitu chodců		slabou	1,05
		střední	1,1
		silnou	1,15

**Tab. č. 11: Tabulka koeficientů**

#### 4.1.6 Vzorové výpočty

Výpočet zatížení :

$$M = \frac{I \cdot k}{n} = \frac{83 \cdot 1,47}{1} = 123 \text{ j.v.h}^{-1}$$

Výpočet délky cyklu:

$$C_v = \frac{\sum t_m}{1 - \frac{\sum M}{S}} = \frac{17}{1 - \frac{1093}{1800}} = 43,28 \text{ s}$$

S – saturovaný tok volím 1800

Navýšení délky cyklu:  $C = 1,05 \cdot C_v = 1,05 \cdot 43,28 = 45,45 \text{ s}$

$$C = 1,05 \cdot C_v = 1,1 \cdot 43,28 = 47,61 \text{ s}$$

Zvýšená o 5 % : 45,45 s

Zvýšená o 10 % : 47,61 s

Zvolená délka cyklu: 46 s

Délka zelené i-té signální skupiny :

$$Z_i = \frac{C}{S} \cdot M_i = \frac{46}{1800} \cdot 492 = 12,57 \text{ s}$$

Posouzení kapacity pro jednotlivé vjezdy :

$$K_i = \frac{S}{C} \cdot Z_i = \frac{1800}{46} \cdot 12,57 = 492 \text{ j.v.h}^{-1}$$

Rezerva kapacity vjezdu :

$$\text{Re } z = \left(1 - \frac{I}{K}\right) \cdot 100 = 1 - \frac{83}{492} \cdot 100 = 83 \%$$

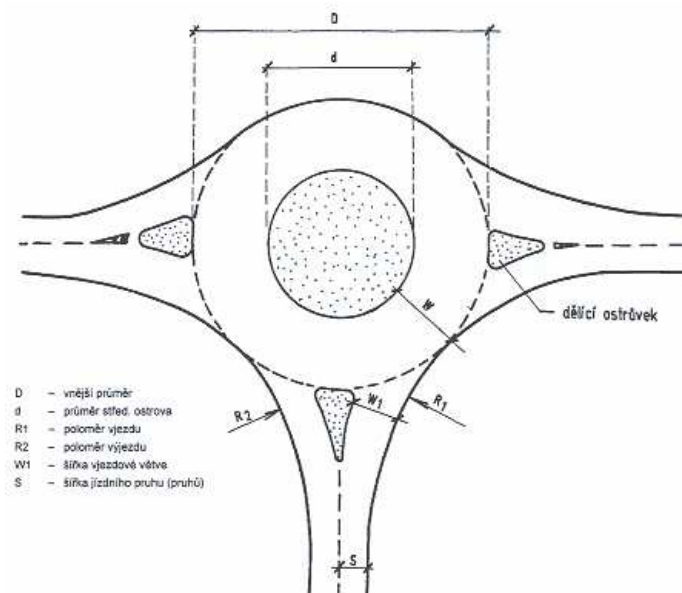
Délka řadícího pruhu :

$$l_i = \frac{7}{3600} \cdot M_i \cdot (C - Z_i) = \frac{7}{3600} \cdot 492 \cdot (46 - 12,57) = 31,57 \text{ m}$$

Nyní mám všechny potřebné veličiny pro sestavení pevného signálního plánu, který je uveden v příloze č.9. Z vypočtených hodnot jsem došel k závěru, že signální plán má délku cyklu 46 sekund.

## 4.2 Návrh miniokružní křižovatky

Na základě rozměrů křižovatky navrhuji mini okružní křižovatku za účelem zvýšení bezpečnosti a plynulosti silničního provozu na daném místě. Vzhledem k tomu, že průsečná křižovatka nevyhovuje tomu, aby zde mohla být navrhnutá okružní křižovatka, musel jsem zde provést změny, které umožní realizovat výstavbu okružní křižovatky. Aby bylo možné tuto výstavbu realizovat je zapotřebí zakázat rameno křižovatky s názvem Soukenická. Toto rameno křižovatky slouží pouze pro zásobovací vozidla a ostatním vozidlům je zde vjezd zakázán. Během mého dopravního průzkumu zde najížděl - vyjížděl zanedbatelný počet vozidel. Přestože, když stávající trasu zakážu, mohou zásobovací vozidla využívat trasy jiné. Tato trasa je sice delší, nicméně je výhodou, že vozidla se vyhnou rušné křižovatce.



**Obr. č. 11: Schéma okružní křižovatky**

Návrh rozměrů miniokružní křižovatky jsem provedl na základě rozměrů daného místa. Rozměry křižovatky jsem volil dle vlastního uvážení a možností tak, aby křižovatka splňovala všechny potřebné parametry. Rozměry navrhnuté miniokružní křižovatky jsou uvedené v tabulce č. 12.

<b>Velký průměr <math>D</math></b>	23 m
<b>Malý průměr <math>d</math></b>	12 m
<b>Šířka okružního jízdního pásu <math>b_{jp}</math></b>	5,5 m
<b>Šířka vjezdu</b>	min. 4 m max. 4,5 m
<b>Šířka výjezdu</b>	min. 4 m max. 4,5 m

*Tab. č. 12: Rozměry miniokružní křižovatky*

#### 4.2.1 Výpočet kapacity vjezdu

Kapacita okružních křižovatek se dá vypočítat podle několika metod. Kapacita mini okružní křižovatky je vždy dána tou kapacitou, kterou představuje nejzatíženější vjezd.

K výpočtu kapacit jsem použil celkem tři metody a to : metoda podle Brilona a Stuwého, metoda EPFL (Ecole Polytechniques Fédérale de Lausanne) a metodu VSS (Vereinigung Schweizerische Strassenfachleute). Nyní provedu výpočty podle jednotlivých metod.

Kapacita vjezdu podle Brilona a Stuwého  $C_A$ :

Kapacitu jednotlivých vjezdů podle Brilona a Stuwého určíme dle následujícího vztahu:

$$C = A \cdot e^{\left(\frac{-B \cdot M}{10000}\right)} [j.v./h] \quad (10)$$

$C$  kapacita určitého vjezdu [j.v./h]

$M$  intenzita dopravního proudu na okružním pásu těsně před vjezdem, [j.v./h]

$A, B$  koeficienty stanovené regresní analýzou z měřených dat

Určení intenzity dopravního proudu pro jednotlivé vjezdy se vypočítá z následujících vzorců:

$$M_A = DB + DC + DD + BB + CB + CC \text{ [j.v./h]}, \quad (11)$$

$$M_B = AC + AD + AA + CC + DC + DD \text{ [j.v./h]}, \quad (12)$$

$$M_C = AD + AA + BD + BA + BB + DD \text{ [j.v./h]}, \quad (13)$$

$$M_D = AA + BA + BB + CA + CB + CC \text{ [j.v./h]}, \quad (14)$$

kde (např.):  $D$  je intenzita vozidel jedoucích z ramene D do ramene B [j.v./h].

Počet pruhů		$A$ [-]	$B$ [-]
vjezd	okružní pás		
1	1	1089	7,42
1	2-3	1200	7,38
2	2	1553	6,69
2	3	2018	6,68

**Tab.č. 13: Hodnoty koeficientů  $A, B$  [2]**

Výpočet intenzit:

$$M_A = BB + CB + CC = 0 + 348 + 0 = 348 \text{ j.v./h}$$

$$M_B = AC + AA + CC = 86 + 0 + 0 = 86 \text{ j.v./h}$$

$$M_C = AA + BA + BB = 0 + 216 + 0 = 216 \text{ j.v./h}$$

➤ kapacity jednotlivých vjezdů:

$$C_A = A \cdot e^{\left(\frac{-B \cdot M_A}{10000}\right)} = 1089 \cdot e^{\left(\frac{-7,42 \cdot 348}{10000}\right)} = 841 \text{ j.v.h}^{-1}$$

$$C_B = A \cdot e^{\left(\frac{-B \cdot M_B}{10000}\right)} = 1089 \cdot e^{\left(\frac{-7,42 \cdot 86}{10000}\right)} = 1022 \text{ j.v.h}^{-1}$$

$$C_C = A \cdot e^{\left(\frac{-B \cdot M_C}{10000}\right)} = 1089 \cdot e^{\left(\frac{-7,42 \cdot 216}{10000}\right)} = 928 \text{ j.v.h}^{-1}$$

➤ rezervy jednotlivých vjezdů:

$$R_A = C_A - I_A = 841 - 266 = 575 \text{ j.v.h}^{-1}$$

$$R_B = C_B - I_B = 1022 - 400 = 622 \text{ j.v.h}^{-1}$$

$$R_C = C_C - I_C = 928 - 431 = 497 \text{ j.v.h}^{-1}$$

#### Kapacita vjezdu podle metody EPFL $C_B$ :

Maximální hodnota kapacity jednoho vjezdu za předpokladu známých hodnot zatížení vjezdu a výjezdu podle metody EPFL (Exile Polytechniques Fédérale de Lausanne):

$$L_e = 1500 - \frac{8}{9} \cdot (Q_k + \alpha \cdot Q_a) \text{ [j.v.h}^{-1}] \quad (15)$$

$Q_k$ -intenzita dopravního proudu na okružním páse mezi výjezdem a následujícím (posuzovaným) vjezdem [j.v.h<sup>-1</sup>]

$Q_a$ -intenzita dopravního proudu na výjezdu [j.v.h<sup>-1</sup>]

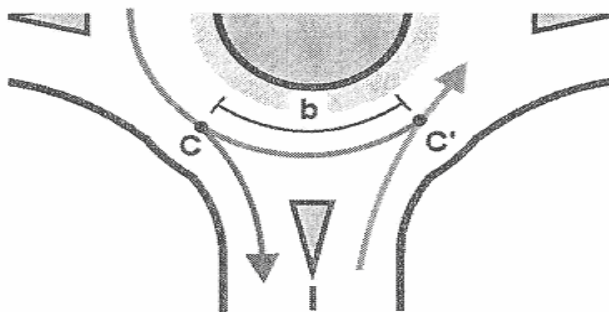
$\alpha$ - faktor zohledňující geometrické poměry vjezdu okružní křižovatky v závislosti na vzdálenosti  $b$  mezi dvěma kolizními body C a C' [-]

C- kolizní bod odbočný při výjezdu z okružní křižovatky

C'- kolizní bod přípojný na vjezdu do okružní křižovatky

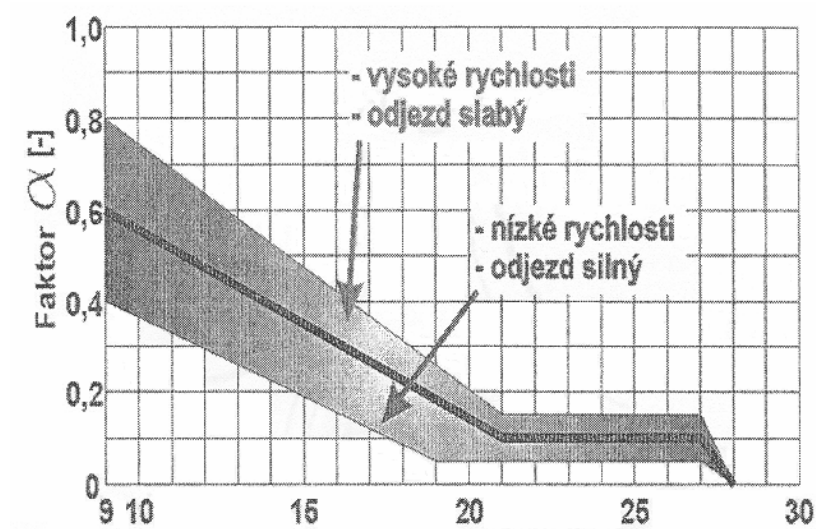
$b$ - vzdálenost mezi kolizními body C a C' [m]

Vzájemná vzdálenost vjezdu a výjezdu na jednom paprsku křižovatky je dána faktorem  $\alpha$ . Prostřednictvím faktoru  $\alpha$  jsou zohledňovány geometrické poměry vjezdu okružní křižovatky v závislosti na vzdálenosti  $b$  mezi dvěma kolizními body C a C'.



**Obr. č. 12: Vzdálenost  $b$  mezi dvěma kolizními body [1]**

Pomocí orientačního grafu pro zjištění faktoru  $\alpha$  a také znalosti vzájemné vzdálenosti mezi dvěma kolizními body jsem byl schopen určit hodnotu faktoru  $\alpha = 0,4$  [-] viz. obr. č. 13



Obr. č. 13: Graf pro zjištění faktoru [4]

#### Výpočet intenzit:

- intenzita dopravního proudu na okružním páse mezi výjezdem a následujícím (posuzovaným) vjezdem:

$$Q_{kA} = 184 \text{ j.v.h}^{-1}$$

$$Q_{kB} = 83 \text{ j.v.h}^{-1}$$

$$Q_{kC} = 178 \text{ j.v.h}^{-1}$$

- intenzita dopravního proudu na výjezdu:

$$Q_{aA} = 299 \text{ j.v.h}^{-1}$$

$$Q_{aB} = 527 \text{ j.v.h}^{-1}$$

$$Q_{aC} = 270 \text{ j.v.h}^{-1}$$



➤ kapacity jednotlivých vjezdů:

$$L_{eA} = 1500 - \frac{8}{9} \cdot (Q_{kA} + \alpha \cdot Q_{aA}) = 1500 - \frac{8}{9} \cdot (184 + 0,6 \cdot 299) = 1177 \text{ j.v.h}^{-1}$$

$$L_{eB} = 1500 - \frac{8}{9} \cdot (Q_{kB} + \alpha \cdot Q_{aB}) = 1500 - \frac{8}{9} \cdot (83 + 0,4 \cdot 527) = 1234 \text{ j.v.h}^{-1}$$

$$L_{eC} = 1500 - \frac{8}{9} \cdot (Q_{kC} + \alpha \cdot Q_{aC}) = 1500 - \frac{8}{9} \cdot (178 + 0,4 \cdot 270) = 1246 \text{ j.v.h}^{-1}$$

➤ rezervy jednotlivých vjezdů:

$$R_A = L_{eA} - I_A = 1177 - 266 = 911 \text{ j.v.h}^{-1}$$

$$R_B = L_{eB} - I_B = 1234 - 400 = 834 \text{ j.v.h}^{-1}$$

$$R_C = L_{eC} - I_C = 1246 - 431 = 815 \text{ j.v.h}^{-1}$$

#### Kapacita vjezdu podle metody VSS C<sub>C</sub>:

Metoda VSS (Vereinigung Schweizerische Strassenfachleute) se omezuje pouze na okružní křižovatky malých rozměrů, navíc pouze s jednopruhovými vjezdy a okružním pásem.

➤ kapacita vjezdu:

$$L_{e1} = 1300 - 0,75 \cdot Q_k \text{ [j.v.h}^{-1}\text{]}$$

$Q_k$ -intenzita dopravního proudu na okružním páse mezi výjezdem a následujícím (posuzovaným) vjezdem

➤ intenzita dopravního proudu na okružním páse mezi výjezdem a následujícím (posuzovaným) vjezdem:

$$Q_{kA} = 184 \text{ j.v.h}^{-1}$$

$$Q_{kB} = 83 \text{ j.v.h}^{-1}$$

$$Q_{kC} = 178 \text{ j.v.h}^{-1}$$

➤ kapacity jednotlivých vjezdů:

$$L_{e1A} = 1300 - 0,75 \cdot Q_{kA} = 1300 - 0,75 \cdot 184 = 1162 \text{ j.v.h}^{-1}$$

$$L_{e1B} = 1300 - 0,75 \cdot Q_{kB} = 1300 - 0,75 \cdot 83 = 1238 \text{ j.v.h}^{-1}$$

$$L_{e1C} = 1300 - 0,75 \cdot Q_{kC} = 1300 - 0,75 \cdot 178 = 1167 \text{ j.v.h}^{-1}$$

➤ rezervy jednotlivých vjezdů:

$$R_A = L_{e1A} - I_A = 1162 - 266 = 896 \text{ j.v.h}^{-1}$$

$$R_B = L_{e1B} - I_B = 1238 - 400 = 838 \text{ j.v.h}^{-1}$$

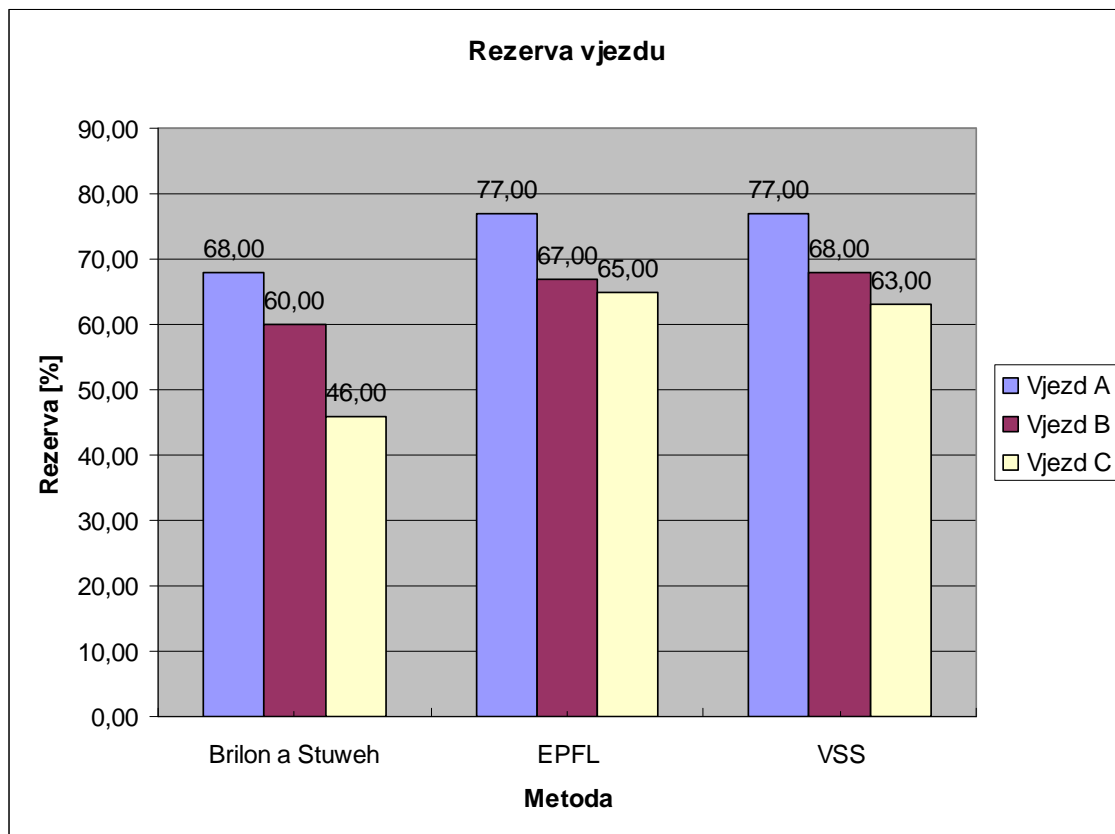
$$R_C = L_{e1C} - I_C = 1167 - 431 = 736 \text{ j.v.h}^{-1}$$

#### 4.2.2 Porovnání rezerv a kapacit vjezdů podle jednotlivých metod

Veškeré vypočtené kapacity a rezervy jsou uvedeny v tabulce č. 15. Z uvedené tabulky je zřejmé, že výpočty rezerv a kapacit u jednotlivých metod se výrazně odlišují. Předpokladem je, že kapacita je vždy vyšší, než intenzita, v opačném případě je zapotřebí provést jiný návrh. Z vypočtených hodnot je zřejmé, že nejnižší hodnoty rezerv a kapacit pro jednotlivé vjezdy udává metoda podle Brilona a Stuweho, naopak nejvyšší hodnoty rezerv a kapacit vjezdu vykazují výpočty podle metody EPFL. Dále jsem provedl přepoččet rezerv vjezdu na procenta.

Vjezd	A	B	C
$Q_k [\text{j.v.h}^{-1}]$	348	86	216
<b>Kapacita vjezdu <math>[\text{j.v.h}^{-1}]</math></b>			
podle Brilona a Stuweho	841	1022	928
podle metody EPFL	1177	1234	1246
podle metody VSS	1162	1238	1167
<b>Rezerva vjezdu <math>[\text{j.v.h}^{-1}]</math></b>			
podle Brilona a Stuweho	575	622	427
podle metody EPFL	911	834	815
podle metody VSS	896	838	736
<b>Rezerva vjezdu [%]</b>			
podle Brilona a Stuweho	68,00	60,00	46,00
podle metody EPFL	77,00	67,00	65,00
podle metody VSS	77,00	68,00	63,00

**Tab.č. 14: Porovnání kapacit a rezerv**



*Graf č. 2: Rezervy vjezdů u jednotlivých metod*

## 5. Zhodnocení návrhu z hlediska bezpečnostního a ekonomického

### 5.1 Ekonomické zhodnocení přestavby křižovatky na řízenou SSZ

Základní částí pro funkci SSZ je řadič, který obdrží údaj o trase průjezdu vozidla křižovatkou a o hodnotě zpoždění. Vozidlo poté oznamuje, že projelo křižovatkou. Úkolem tohoto zařízení je dovolit hospodařit na křižovatce s každou sekundou signálního plánu a zajistit lepší průjezdnost pro všechna vozidla. Další velmi podstatnou částí pro přestavbu křižovatky je samotné světelné signalizační zařízení s příslušenstvím (sloupky, signalizační stožáry pro SSZ, kabely pro napájení, betonový základ pro kotvení stožáru). Dále je nutno počítat s náklady za provedení instalace SSZ s příslušenstvím.

položka		množství	cena položky	celková cena
řadič	ks	1	360 000 Kč	360 000 Kč
signalizační stožár a výložník	ks	2	19 908 Kč	39 816 Kč
signalizační stožár	ks	2	4 225 Kč	8 450 Kč
sloupky	ks	14	4225 Kč	59 150 Kč
betonový základ	ks	2	4 527 Kč	9 054 Kč
chemická hmoždinka + příslušen.	ks	8	350 Kč	2 800 Kč
přírubová deska	ks	2	2 495 Kč	4 990 Kč
SSZ chodecké	ks	6	6 983 Kč	41 358 Kč
chodecké tlačítko	ks	8	4 165 Kč	33 320 Kč
SSZ	ks	8	8 449 Kč	67 592 Kč
napájecí kabel pro zařízení	ks	1	17 300 Kč	17 300 Kč
chránička pro napájecí kabel	ks	1	1 050 Kč	1 050 Kč
svislé dopravní značení P4	ks	2	1 615 Kč	3 230 Kč
svislé dopravní značení IP6	ks	8	1 235 Kč	9 880 Kč
svislé dopravní značení P2	ks	2	1 235 Kč	2 470 Kč
svislé dopravní značení IP19	ks	4	4 669 Kč	18 676 Kč
svislé dopravní značení B24a	ks	2	1 655 Kč	3 310 Kč
svislé dopravní značení B1	ks	1	1 655 Kč	1 655 Kč
svislé dopravní značení E12	ks	2	1 248 Kč	2 496 Kč
držák návěstidel	ks	24	410 Kč	9 840 Kč
<b>celková cena položek</b>				<b>696 437 Kč</b>

*Tab.č. 15: Přibližná cena položek nutných pro přestavbu křižovatky na SSZ*

Ceny položek a jednotlivých prací jsem získal na základě informací od různých společností, které se těmito činnostmi zabývají. S ohledem na cenové rozdíly položek u různých firem je nutné považovat částky, které jsem zde uvedl, spíše za orientační.

Jelikož bude potřeba vynaložit ještě další náklady na činnosti souvisejících s přestavbou (např. doprava potřebného materiálu, zaměstnanců, nářadí, dočasné instalování mobilního dopravního značení apod), předpokládám, že mnou níže uvedená cena za přestavbu nebude konečná.

Druh práce	Cena
zemní práce	74 300 Kč
pokládka kabelu	6 650 Kč
instalace zařízení	50 000 Kč
demontáž svislých dopravních značek	1 800 Kč
osazení sloupků a stožárů	7 500 Kč
montáž svislých dopravních značek	1 800 Kč
<b>celková cena prací</b>	<b>142 050 Kč</b>

*Tab.č. 16: Přibližná cena prací souvisejících s přestavbou křižovatky na SSZ*

celková cena položek	696 437 Kč
celková cena prací	142 050 Kč
<b>Celkové náklady na přestavbu křižovatky</b>	<b>838 487 Kč</b>

*Tab.č. 17: Přibližná cena přestavby křižovatky na SSZ*

### **5.1.1 Zhodnocení přestavby křižovatky na SSZ z hlediska bezpečnostního**

Účelem návrhu SSZ bylo zvýšit nejen bezpečnost, ale i plynulost dopravy na této křižovatce. I po instalaci SSZ, vždy nějaké nebezpečí hrozí, nicméně instalací tohoto zařízení dojde k eliminaci konfliktních situací.

Podstatou mého návrhu je, aby vozidla, která vyjíždí z jednotlivých ramen křižovatky nemusela zbytečně riskovat a mohla plynule projíždět. Tento problém se převážně týká křižovatky Jejskovská brána, kde dochází k znemožnění výjezdu z tohoto ramene způsobeném vysokými intenzitami vozidel mezi rameny křižovatky Smila Osovského-Bedřicha Václavka, což má za následek tvoření kolon.

Další nebezpečné situace, které zde vznikají jsou mezi chodci a vozidly. Ve spousta případech nedávají vozidla chodcům přednost a vstupují do vozovky na vlastní nebezpečí. Proto jsem se zde rozhodl osadit přechody pro chodce SSZ s tlačítkem pro chodce.

Křižovatka bude dále osazena dopravním značením určující hlavní a vedlejší pozemní komunikaci. Podle tohoto značení se vozidla budou řídit ve večerních hodinách, v případě poruchy SSZ a o víkendech, kdy jsou intenzity na křižovatce minimální a není zapotřebí řídit dopravu za pomoci SSZ.

### **5.2 Zhodnocení přestavby křižovatky na miniokružní křižovatku z hlediska ekonomického**

Druhým návrhem pro zvýšení bezpečnosti a plynulosti dopravy na křižovatce je miniokružní křižovatka. Vzhledem k tomu, že je zde možné vybudovat okružní křižovatku pouze o velkém průměru 23 m, bude se tedy jednat o tzv. mini okružní křižovatku.

Přestavba převážně spožívá ve stavebních pracích a následně v osazení křižovatky svislými dopravními značkami a nástřikem vodorovných dopravních značení.

Položka	mj	Výměra	Jednotková cena	Celková cena
podkladové kamenivo 55 cm	m <sup>2</sup>	420	405 Kč	170 100 Kč
podklad ze štěrkopísku 30 cm	m <sup>2</sup>	420	155 Kč	65 100 Kč
podklad o obalovaného kameniva 10 cm	m <sup>2</sup>	420	360 Kč	151 200 Kč
litý asfalt 10 cm	m <sup>2</sup>	305	760 Kč	231 800 Kč
zámková dlažba	m <sup>2</sup>	138	240 Kč	33 120 Kč
sloupky	ks	12	4225 Kč	50 700 Kč
svislé dopravní značení IP6	ks	6	1 235 Kč	7 410 Kč
svislé dopravní značení C1	ks	3	1 631 Kč	4 893 Kč
svislé dopravní značení C4a	ks	3	1 655 Kč	4 995 Kč
svislé dopravní značení P4	ks	3	1 615 Kč	4 845 Kč
dlažba žulová	m <sup>2</sup>	105	220 Kč	23 100 Kč
<b>celková cena položek</b>				<b>747 263 Kč</b>

*Tab.č. 18: Přibližná cena položek potřebných na přestavbu křižovatky na okružní*

Popis činnosti	mj	Výměra	Jednotková cena	Celková cena
geodetické práce	h	30	400 Kč	12 000 Kč
provedení řezu v asfaltu	m <sup>2</sup>	20	90 Kč	1 800 Kč
demontáž svislých dopravních značek	ks	4	300 Kč	1 200 Kč
odstranění asfaltu a podkladu 100 cm	m <sup>2</sup>	420	1 200 Kč	504 000 Kč
náklady na nakládku a odvoz sutě	h	27	1 800 Kč	48 600 Kč
náklady za skládku	t	230	175 Kč	40 250 Kč
pokládka zámkové dlažby	m <sup>2</sup>	138	190 Kč	26 220 Kč
pokládka obrubníků vč. materiálu	ks	91	550 Kč	50 050 Kč
montáž svislých dopravních značek	ks	12	2500 Kč	30 000 Kč
nástřik vodorovné dopravní značení	m <sup>2</sup>	94	450 Kč	42 300 Kč
další činnosti				100 000 Kč
<b>celková cena činností</b>				<b>856 420 Kč</b>

*Tab.č. 19: Přibližná cena prací souvisejících s přestavbou křižovatky na okružní*

celková cena činností	<b>856 420 Kč</b>
celková cena položek	<b>747 263 Kč</b>
<b>celkové náklady na přestavbu křižovatky</b>	<b>1 603 683 Kč</b>

*Tab.č. 20: Přibližná cena přestavby křižovatky na okružní*

### **5.2.1 Zhodnocení přestavby na okružní křižovatku z hlediska bezpečnostního**

Účelem návrhu mini okružní křižovatky bylo zvýšení bezpečnosti a plynulosti projíždějících vozidel a chodců přecházejících po přechodu pro chodce.

Okružní křižovatka je charakteristická tím, že před vjezdem vozidla na okružní pás je řidič nucen výrazně zpomalit a tím se zvyšuje bezpečnost nejen chodců ale také jízdy vozidel. V případě dopravní nehody na okružní křižovatce může hrát snížení rychlosti velkou roli na závažnosti nehody. Další pozitivním bodem okružní křižovatky je snížení počtu kolizních bodů. Nachází se zde pouze přípojně a odbočné, tím klesá riziko dopravní nehody.

Umístěním tří středních dělicích ostrůvků, přes které povedou přechody pro chodce se stává křižovatka mnohem přehlednější, bezpečnější a působí velmi dobře na řidiče. Dalším pozitivem okružní křižovatky je možnost otáčení v případě potřeby vjezdu do jízdního pruhu pro opačný směr jízdy.



## 6. Závěr

Cílem této práce bylo charakterizovat křižovatku Jejkovská brána-Smila Osovského-Bedřicha Václavka-Soukenická v Třebíči, popsat její problematiku a navrhnout taková řešení, která povedou ke zvýšení bezpečnosti a plynulosti dopravy na tomto místě. Dále jsem provedl zhodnocení z hlediska ekonomického a bezpečnostního.

V první část této práce jsem popsal polohu křižovatky, uspořádání, názvy jednotlivých ramen křižovatky a stávající stav. Dále jsem se zabýval dopravním průzkumem, který spočíval ve zjištění intenzit na jednotlivých ramenech křižovatky a následném přepočítání těchto intenzit na jednotková vozidla. Pro zvýšení přehlednosti naměřených a vypočtených dat jsem tyto data sestavil do grafické podoby, a to do podoby pentlogramu a stužkogramu.

Další část práce pojednává o dopravních nehodách a nehodovosti na řešené křižovatce. Nejdříve jsem v krátkosti popsal pojem dopravní nehoda a dále jsem se zabýval nehodovostí na řešené křižovatce, kde jsem popsal dopravní nehody, které se zde staly a z jaké příčiny. Dále jsem provedl rozbor videozáznamu, který jsem pořídil, během dopravního průzkumu a za pomoci Folprechtovy videoanalýzy konfliktních situací zaznamenal jednotlivé konfliktní situace. Tyto jsem zpracoval do tabelární podoby podle jednotlivých závažností.

Po zhodnocení těchto dat jsem navrhnul taková řešení, která povedou ke zvýšení bezpečnosti a plynulosti silničního provozu. Prvním návrhem je instalace světelného signalizačního zařízení. Návrh tohoto zřízení spočívá v sestavení si fázových schémat, která musí být sestavena tak, aby se v nich nevyskytovaly vzájemně kolizní směry. V případě mého návrhu, kde jsou z jednoho ramene křižovatky velmi nízké intenzity jsem mohl sestavit fázová schémata i s kolizními směry, kde se vozidla řídí podle pravidel silničního provozu a to dáváním přednosti protijedoucím vozidlům. Dále jsem provedl výpočet mezer, délky cyklu a jednotlivých dob fází. Za použití předešlých údajů jsem sestavil pevný signální plán o délce cyklu 46 s.

Druhým návrhem vedoucí ke zvýšení bezpečnosti a plynulosti silničního provozu na křižovatce je okružní křižovatka. Tuto křižovatku zde lze vybudovat pouze v případě, že se jedno rameno křižovatky zakáže a to rameno křižovatky s názvem Soukenická, protože zde nelze vybudovat okružní křižovatku tak, aby vozidla vjíždějící

na okružní pás objížděli středový ostrůvek, jezdili by přímo a to je pro výstavbu okružních křižovatek nepřipustné. Toto ramene křižovatky slouží pouze pro zásobování obchodů a ostatní vozidla zde mají vjezd zakázán. Samozřejmě je zapotřebí, aby se zásobovací vozidla dostali ke svým odběratelům a proto v případě zakázání toho ramene křižovatky je možné tento úsek objet a vyhnout se centru města, kde je největší provoz. Vzhledem k tomu, že velký průměr křižovatky je pouze 23 m, jedná se tedy o mini okružní křižovátku se středovým ostrůvkem o průměru 6 m. Dále jsem provedl kapacitní výpočet dle tří metod.

Tato křižovatka je příliš malá, aby zde mohli projíždět jízdní soupravy, ale na začátku této práce jsem se zmínil o tom, že zde mají tyto vozidla vjezd zakázán, ale v případě udělení výjimky pro jízdní soupravu na průjezd touto křižovatkou, je mini okružní křižovatka pojízdná i přes středový ostrůvek, který bude mírně vyvýšen a vyložen žulovou dlažbou, čili průjezd jízdní soupravy touto křižovatkou bude možný. Největší výhodou okružní křižovatky je malý počet kolizních bodů a to přípojně a odbočně.

V poslední části této práce jsme se zabývali zhodnocením návrhů z hlediska ekonomického a bezpečnostního.

Očekával jsem, že přestavba křižovatky na miniokružní bude mnohem časově a především cenově náročnější, což se mi potvrdilo při sestavování kalkulací na přestavbu.

Z bezpečnostního hlediska nelze říci, který z těchto dvou návrhů je bezpečnější, každá varianta má své klady a zápory. K provedení úprav na této křižovatce mě vedlo především zvýšení bezpečnosti a plynulosti provozu. Přikláním se k přestavbě křižovatky s SSZ. Toto zařízení zde zvýší bezpečnost i plynulost dopravy narozdíl od stávajícího stavu a z ekonomického hlediska je méně náročnější.

## **Poděkování**

Tímto bych chtěl poděkovat především vedoucímu bakalářské práce Ing. Vladislavu Křivdovi, Ph.D, za trpělivost a čas který mi věnoval při konzultacích, Petru Dobešovi vedoucímu dopravní policie v Třebíči za poskytnutí statistik dopravních nehod, Ing. Vladimíře Kresanové vedoucí odboru informatiky za geografická data.

Na závěr děkuji všem, kteří mi poskytly jakékoliv informace, které mi pomohly při vypracování této práce.

## Seznam použité literatury

- [1] Křivda, V. *Základy organizace a řízení silniční dopravy*, 1. vyd., Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2006, ISBN 80-248-1253-3
- [2] Folprecht, J., Křivda, V. *Organizace a řízení dopravy I*, 1. vyd., Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2005, ISBN 80-248-1030-1
- [3] Informace o nehodovosti na řešené křižovatce, *Dopravní inspektorát v Třebíči, Petr Dobeš*
- [4] Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích, *TP 135, Ministerstvo dopravy, obor pozemních komunikací, V-projekt s.r.o, Ostrava 2005*
- [5] Zásady pro vodorovné dopravní značení na pozemních komunikacích, *TP 133, Ministerstvo dopravy*
- [6] Zásady pro označování dopravních situací na pozemních komunikacích, *TP 169, Ministerstvo dopravy*
- [7] Navrhování světelných signalizačních zařízení pro řízení silničního provozu, *TP 81 CDV Brno, 1996, ISBN 80-902141-2-6*
- [8] Proznak Praha s.r.o., *Internetový obchod s dopravním značením* [online]. Vystaveno 1.5.2008 [cit. 15.2.2009]. Dostupné z: <http://www.e-shop-znacky.cz/>
- [9] Turek, M. *Analýza a návrh úprav křižovatky Dolní - Kralická (U Rodenů) ve městě Prostějov*, Ostrava, 2003, Fakulta strojní, Institut dopravy, s. 26.
- [10] LIC technika s.r.o., *Dopravní signalizace* [online]. Vystaveno 1.6.2007 [cit.20.3.2009]. Dostupné z: <http://signalizace-rozvody.lic.cz/Semafore.wids?k=4>
- [11] KOOPERATIVA, *Výrobně obchodní družstvo* [online]. Vystaveno 1.2.2008 [cit.22.3.2009]. Dostupné z: <http://www.kooperativa-vod.cz>
- [12] Otevřená encyklopedie, *Doprava v Třebíči* [online]. Vystaveno 30.8.2007 [cit.7.2.2009]. Dostupné z: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Doprava\\_v\\_Třebíči](http://cs.wikipedia.org/wiki/Doprava_v_Třebíči)